

(19) 日本国特許庁 (J P)

# 公開特許公報 (A)

特開2003-262546

(P 2 0 0 3 - 2 6 2 5 4 6 A)

(43) 公開日 平成15年9月19日 (2003.9.19)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
G01F 1/696		F02D 41/18	B 2F035
F02D 35/00		45/00	B 3G084
41/18			366 Z 3G301
45/00	366	G01F 1/68	A
			201 Z

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全14頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-62041 (P 2002-62041)

(22) 出願日 平成14年3月7日 (2002.3.7)

(71) 出願人 000004547

日本特殊陶業株式会社

愛知県名古屋市長区瑞穂区高辻町14番18号

(72) 発明者 須田 正憲

名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊  
陶業株式会社内

(72) 発明者 幸村 由彦

名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊  
陶業株式会社内

(74) 代理人 100080816

弁理士 加藤 朝道

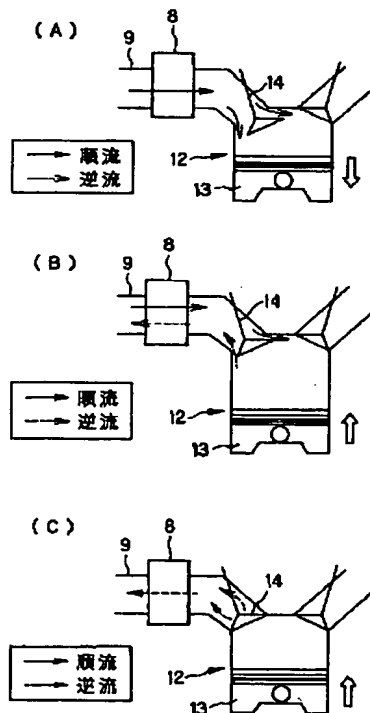
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流れに関する測定装置及び流量測定方法

## (57) 【要約】

【課題】 内燃機関の吸気流量を正確に検出可能な流量測定方法、順流と逆流を識別して検出することができる検出素子及びそれを有する流れに関する測定装置、中でも、内燃機関の吸入空気量を正確に検出可能な検出素子及びそれを有する流れに関する測定装置を提供する。

【解決手段】 熱式検出素子を用いて、内燃機関の吸気流量及び吸気流れの方向を検出し、吸気方向の流量（順流）から排気方向（逆流）の流量を減算して吸気流量を求める。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】吸排気を伴う装置に設けられた検出器を用いて流量を計測するとともに流れの方向を判別し、吸気方向の流量から排気方向の流量を減算して吸気流量を求めることを特徴とする流量測定方法。

【請求項2】前記検出器の出力信号及びしきい値を用いて前記流れの方向を判別することを特徴とする請求項1に記載の流量測定方法。

【請求項3】前記検出器の出力信号の時間平均値に基づいて吸気流量を求めることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の流量測定方法。

【請求項4】前記検出器の出力信号を線形化し、線形化された信号に基づいて吸気流量を求めることを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の流量測定方法。

【請求項5】前記吸排気を伴う装置が内燃機関であり、前記検出器の出力信号または該出力信号を線形化した信号を、前記内燃機関の所定の行程に対応するタイミングで収集することを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の流量測定方法。

【請求項6】請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の流量測定方法により求めた吸気流量に基づいて内燃機関の燃料噴射量を制御することを特徴とする内燃機関の燃料制御方法。

【請求項7】半導体チップと、前記半導体チップ上に形成されたダイアフラム部と、前記ダイアフラム部上に形成された発熱体とを含み、前記発熱体が測定対象である流れと接触して該発熱体の温度が変化した際、該発熱体の温度が該流れの雰囲気温度に対して所定の温度差を保持するよう該発熱体の温度が制御される熱式検出素子を用いて、脈動または逆流を有する流れの流速又は流量を測定する測定装置であって、前記発熱体の温度と前記流れの雰囲気温度との温度差が300℃以下に制御されるとともに、前記発熱体への通電開始から目標制御温度の90%の温度に到達するまでの時間が20ms以下に制御されることを特徴とする流れに関する測定装置。

【請求項8】前記ダイアフラム部の1辺の長さが3mm以下、前記発熱体の幅が100μm以下であることを特徴とする請求項7記載の流れに関する測定装置。

【請求項9】脈動または逆流が発生し得る内燃機関の吸気系に取付けられ、該内燃機関の吸気流量を熱式検出素子により検出することを特徴とする請求項7又は8記載の流れに関する測定装置。

【請求項10】前記熱式検出素子の近傍に、さらに、酸素濃度検出素子を配置し、前記熱式検出素子により前記内燃機関の吸気流量を検出すると共に、前記酸素濃度検出素子により吸気中の酸素濃度を検出し、これらの検出結果に基づいて、該内燃機関のシリンダ内に流入する酸素量を算出することを特徴

とする請求項9記載の流れに関する測定装置。

【請求項11】脈動または逆流を有する流れの流速または流量を検知可能な検出素子と、前記検出素子の出力信号の時間平均値に基づいて流速または流量を求める手段と、を有することを特徴とする流れに関する測定装置。

【請求項12】脈動または逆流を有する流れの流速または流量を検知可能な検出素子と、前記検出素子の出力信号を線形化する手段と、前記線形化された出力信号の時間平均値に基づいて流速または流量を求める手段と、を有することを特徴とする流れに関する測定装置。

【請求項13】脈動または逆流を有する流れの流速または流量を検知可能な検出素子と、前記検出素子の出力信号及びしきい値を用いて前記流れの順流域と逆流域とを判別する手段と、前記順流域における出力信号に基づいて求められる順流の流量から前記逆流域における出力信号に基づいて求められる逆流の流量を減算する手段と、を有することを特徴とする流れに関する測定装置。

【請求項14】内燃機関の吸気系または排気系に用いられるとともに、前記検出素子の出力信号を前記内燃機関の所定の行程に対応するタイミングで収集する手段を有することを特徴とする請求項7ないし請求項13のいずれかに記載の流れに関する測定装置。

【請求項15】請求項7ないし請求項14のいずれかに記載の流れに関する測定装置と、該測定装置により求めた吸気流量に基づいて内燃機関の燃料噴射量を制御する制御装置とを備えることを特徴とする内燃機関の燃料制御システム。

【請求項16】内燃機関のEGR量の測定に適用されることを特徴とする請求項7ないし請求項14のいずれかに記載の流れに関する測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、流れに関する諸量、特に流量及び流速を測定するための測定装置に関する。更には、温度に依存する熱式検出素子を用いた測定装置、特に、内燃機関の吸気流量測定装置に関し、例えば、車両又は産業用エンジンの燃焼制御用質量流量センサとして好適に用いられる測定装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、自動車を取り巻く状況においては、エミッション規制等による環境への配慮が最も重要視されており、これらの規制に対応するため、より高精度なエンジン燃焼制御が求められている。そこで、エンジンの吸気管に、該吸気管内をその吸気口からシリンダに向かって流れる流れ（これを「順流」という）の空気質量流量を検出するため、検出素子を取り付け、これにより高精度な吸入空気量測定の実現を図る場合が多く見られる。

【0003】以下の文献には、順流とそれと反対方向に向かって流れる逆流とを本質的に識別不能な流量計を用

いて、実験に基づく補正方法により、エンジンのシリンダに供給される正確な流量を算出するエンジンの吸入空気量測定方法が提案されている。

【0004】すなわち、特表平8-511627号公報には、「変形すべき逆流特性曲線は周波数及び空気質量に対してだけ適合しなければならない。適合は種々異なる内燃機関に対して個別に実行しなければならない、例えば検査台で得られたデータとの比較により経験的に行うことができる。」、と記載されている。

【0005】特開昭59-90016号公報には、「公知の流量測定装置においては、内燃機関の所定の作動領域において極めて強く現われる吸気の吸気量の脈動的変化により測定信号に誤りが生じることがある。このように測定信号に測定誤差が生じる理由は、逆流が生じても空気測定装置がそれを逆流として検出しないからである。」、「本発明の方法は、脈動的に流量が変化する媒体において、逆流が生じる際流量測定値 $U^*$ の測定誤差が補正でき、その結果正確な流量測定値が求められる」、と記載されている。

【0006】特公平3-63688号公報には、「本発明は、内燃機関によって吸い込まれる流量が脈動的に変化する空気量を、逆流を区別できない流量測定装置をもちいて測定する方法であって、…中略…、流量が脈動的に変化する空気量を測定する方法に関する」、と記載されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来の流量計においては、エンジンの吸気系内をシリンダに向かって流れる順流とそれと反対方向に流れる逆流とを識別することが困難である。したがって、内燃機関の吸気系に従来の流量計を取付けた場合は、吸気の平均流量しか測定することができない。

【0008】本発明の目的は、内燃機関の吸気流量を正確に検出可能な流量測定方法、及び順流及びそれと反対方向に流れる逆流を識別して検出することができる応答性に優れた検出素子を有する及び流れに関する測定装置、中でも、内燃機関の吸気流量を正確に検出可能な検出素子及びそれを有する流れに関する測定装置及びそれを用いた内燃機関の吸気流量測定装置、並びに内燃機関の吸気流量測定方法を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明は、第1の視点において、吸排気を伴う装置に設けられた検出器を用いて流量を計測するとともに流れの方向を判別し、吸気方向の流量から排気方向の流量を減算して吸気流量を求めることを特徴とする流量測定方法ないし流量測定装置を提供する。

【0010】本発明の流量測定方法ないし流量測定装置によれば、測定対象である流れに脈動や逆流が生じた場合であっても、流量を正確に測定することができる。し

たがって、本発明の流量測定方法ないし流量測定装置は、脈動や逆流が生じる内燃機関の吸入流れの流量測定に好適に適用される。

【0011】上記課題を解決するため、本発明は、第2の視点において、半導体チップと、前記半導体チップ上に形成されたダイアフラム部と、前記ダイアフラム部上に形成された発熱体とを含み、前記発熱体が測定対象である流れと接触して該発熱体の温度が変化した際、該発熱体の温度が該流れの雰囲気温度に対して所定の温度差を保持するよう、該発熱体の温度が制御される熱式検出素子を用いて、流速ないし流量、特に、脈動ないし逆流する流れの流速又は流量を測定する、流れに関する測定装置であって、前記発熱体の温度と前記流れの雰囲気温度との温度差が300℃以下に制御されること、前記発熱体への通電開始から目標制御温度の90%の温度に到達するまでの時間、すなわち、90%温度安定時間が20ms以下に制御されることを特徴とする流れに関する測定装置を提供する。

【0012】上記検出素子は、ダイアフラム及び発熱体に関する上記要件を具備することにより、高い応答性を発揮することができる。これにより、本発明の流れに関する測定装置を、内燃機関の吸入流量測定に用いた場合、脈動や逆流が発生しても、吸入流量を高精度に測定することができる。この結果、最適な空燃比を算出することが可能となり、低燃費化及び排出ガスのクリーン化が期待できる。

【0013】本発明は、他の視点において、検出素子が出力する流速ないし流量に関する検出信号の時間平均値に基づいて流速ないし流量を求める装置、検出素子が出力する流速ないし流量に関する検出信号を線形化し、前記線形化された検出信号の時間平均値に基づいて流速ないし流量を求める装置、検出素子が出力する流速ないし流量に関する検出信号を、しきい値を用いて、該検出信号の順流域と逆流域とを判別し、前記順流域における検出信号に基づいて求められる流量から、前記逆流域における検出信号に基づいて求められる流量を減算することにより、吸入された流量を求める装置等を提供する。

【0014】これらの装置等を用いることにより、単気筒又は多気筒の内燃機関の個別燃焼制御において、吸入空気量を高精度に測定または算出することができ、さらに、最適な空燃比を算出することが可能になり、低燃費、排出ガスのクリーン化が実現できる。

【0015】また、本発明の流れに関する装置等は、従来の質量流量センサが平均流量を計測するにとどまっているのに対して、逆流又は脈動を検知することができるため、内燃機関の実吸入空気量を正確に測定することができ、この結果、低燃費、排出ガスのクリーン化が高度に達成されるような燃焼制御が可能とされる。

【0016】

【発明の実施の形態】次に、本発明の好ましい実施の形

態を説明する。

【0017】本発明の好ましい実施の形態に係る流れに関する測定装置は、下記のような第1の検出素子を用いることができる。この第1の検出素子は、基本的に半導体チップに4つの薄膜抵抗体（上流温度センサ、下流温度センサ、発熱体、雰囲気温度センサ）が設けられた熱式検知素子である。より具体的には、半導体層上にダイアフラム部とリム部が設けられている。ダイアフラム部には、(1)上流温度センサ及び(2)下流温度センサと、上流温度センサと下流温度センサの間に配置された(3)発熱体が設けられている。一方、リム部には(4)雰囲気温度センサが設けられている。ダイアフラム部は、極薄化され熱絶縁が図られている。

【0018】次に、この第1の検出素子を用いた流速や流量等の流れに関する諸量の検出原理を下記に示す。

(1)発熱体が雰囲気温度に対して常に一定の温度差をもつよう、発熱体に供給する電力を制御する。

(2)したがって、流れがない場合には、上流温度センサと下流温度センサの温度はほぼ等しくなっている。

(3)しかし、流れがある場合には、上流温度センサの温度はその表面から熱が逃げるため低下する。下流温度センサの温度は発熱体からの熱入力が増加するため、温度変化は上流温度センサのそれよりも小さい。なお、下流温度センサの温度は上昇する場合もある。

(4)上流温度センサと下流温度センサの温度差に基づき流量や流速等を検出し、この温度差の符号から流れ方向を検出する。なお、上記温度差は、温度による電気抵抗の変化に基づき検出することができる。

【0019】また、本発明の好ましい実施の形態に係る流れに関する測定装置は、下記のような第2の検出素子を用いることもできる。この第2の検出素子は、基本的に半導体チップに3つの薄膜抵抗体（上流発熱体、下流発熱体、雰囲気温度センサ）が設けられた熱式検知素子である。より具体的には、半導体層上にダイアフラム部とリム部が設けられている。ダイアフラム部には、(1)上流発熱体及び(2)下流発熱体が設けられている。一方、リム部には(3)雰囲気温度センサが設けられている。ダイアフラム部は、極薄化され熱絶縁が図られている。

【0020】次に、この第2の検出素子を用いた流速や流量等の流れに関する諸量の検出原理を下記に示す。

(1)上流発熱体および下流発熱体ともに雰囲気温度に対して常に一定の温度差をもつよう、これら発熱体に供給する電力を制御する。

(2)したがって、流れがない場合には、上流発熱体と下流発熱体の温度はほぼ等しくなっている。

(3)しかし、流れがある場合には、上流発熱体と下流発熱体の温度はその表面から熱が逃げるため低下する。下流発熱体の温度は上流発熱体からの熱入力が増加するため、温度変化は上流発熱体のそれよりも小さい。なお、

下流発熱体の温度は上昇する場合もある。

(4)上流発熱体と下流発熱体の温度低下に基づき、定温を維持するために必要とした電流あるいは電圧の各々の差から流量や流速等を検出し、またこの電流あるいは電圧の差の符号から流れ方向を検出する。なお、上記温度低下は、温度による電気抵抗の変化に基づき検出することができる。

【0021】本発明の好ましい実施の形態に係る流れに関する測定装置は、上記のような検出素子を備えた分流式流量計を含む。図21(A)及び図21(B)は、この分流式流量計の構造の一例を説明するための図である。

【0022】図21(A)及び図21(B)を参照すると、主流管内には、測定対象流れである主流Mが流れている。主流管の管壁には、主流Mから分かれた分流Dを取り込み可能に、主流管の管軸方向に直交して分流管40が装着されている。分流管40内には、主流Mの流れ方向（主流管の管軸方向）と略直交する方向に延在する導入板24（主セパレータ）によって、略U字状に湾曲した分流路が形成されている。分流管40の外壁23両端には、主流Mの流れ方向と略直交する面でそれぞれ開口する導入口（導出口ともなる）25及び導出口（導入口ともなる）26が対向形成されている。分流管40の頂部外壁29と導入板24の一端の間には、バイパス流路34が形成され、導入口25と導出口26の間を短絡している。

【0023】さらに、分流管40内には、分流管40の湾曲形状に応じて湾曲した仕切り27が形成されている。分流管40内には、この仕切り27によって、互いに分岐及び合流する外周側及び内周側分岐流路28a、28bが形成されている。

【0024】外壁23の両端部内側（導入口25及び導出口26近傍）には、外周側の分岐流路28aの入口及び出口をそれぞれ塞ぐように起伏部32、33がそれぞれ形成されている。起伏部32、33によって、導入口25と外周側の分岐流路28aの入口間の流路、及び導出口26と外周側分岐流路28aの出口間の流路に絞りがそれぞれ形成されている。

【0025】分流管40の底部外壁には、外周側分岐流路28a内の流れに曝されるよう、検出素子32が回路基板31を介して取り付けられている。このように、検出素子32は、分流管40の変曲部に配置され、又交換容易なように主流管の管外に位置している。

【0026】そして、外周側分岐流路28aにおいて、検出素子32と仕切り27の間には、ベンチュリ構造30が形成されている。ベンチュリ構造30は、検出素子32に向かう流れを絞ることにより該流れの乱れを減少させるよう機能する。

【0027】また、外壁23底部内側には、検出素子32を挟んで両側に、分岐流路28aの流れ断面中央に向

かって突出する隆起部23a, 23bが形成されている。隆起部23a, 23b上の流路面は凹曲面に形成されている。突出部27aの流路面は、検出素子32に向かって凸な曲面状に形成されている。このような流路構造によって、検出素子32の検出面に向かって斜めに流れるダウンフローDWが形成される。

【0028】引き続き、図21(A)及び図21(B)を参照して、この分流式流量計の流路内に導入された流れの様子(図21(A)中、上から下へ主流Mが流れる場合)を説明する：

- (1) 主流Mから分かれた分流Dが導入口25から分流管40内に取り込まれる；
- (2) 分流Dは、外周側複数の分岐流路28a, 28bの入口手前で、主流Mの流れ方向に対して略直交する流れ(方向転換された流れ)D1と、主流Mの流れ方向に対して略平行な流れD2とに分かれる。流れD1は、分流Dに対してほぼ直角に大きく方向転換されているから、汚染物の含有量が少ない流れである。一方、流れD2は、分流Dに対してほぼ直進している流れであるから、比較的密度の大きな汚染物も含まれる。この比較的密度の大きな汚染物は、流れD2に運ばれてバイパス流路34を経由して、導入口25から導出口26へ直進して分流管40外へ排出される。；
- (3a) 流れD1は、起伏部32によって形成された絞りによって、流速が上昇されて、複数の分岐流路28a, 28bに流れ込む。ここで、測定流体よりも比較的密度の大きな汚染物は絞られた後の流れの急激な方向転換に追従できないため、慣性により内周側の分岐流路28bの方へ侵入する。よって、汚染物の極めて少ない測定流体が、検出素子32を有する外周側分岐流路28aの方へ流入することとなる。そして、検出素子32の検出面に対して斜めに当たる流れ、すなわち、ダウンフローDWが生じる；
- (3b) 流れD2は、バイパス流路34へ流入する；
- (4) 複数の分岐流路28a, 28bに流入した流れD1は、バイパス流路34を通過した流れD2によって引き出され、導出口26から主流管内へ戻される。

【0029】また、この分流管40は、検出素子32を中心として、対称な流路構造を有し、さらに、検出素子32の所定の中心面に対して面対称な流路構造を有する。よって、この分流管40によれば、主流Mが図21(A)中、上から下方向に流れる場合(順流)と、及び主流Mが図21(A)中、下から上方向に流れる場合(逆流)とにおいて、主流Mの流量を同様に測定することが可能である。

【0030】本発明による流れに関する測定装置は、単気筒又は多気筒の内燃機関に適用され、特に、個別燃焼制御を行う内燃機関に適用される。

【0031】本発明による流れに関する測定装置(流速計又は流量計)は、種々の車両のエンジンの吸気系に設

置され、2輪又は4輪の車両に搭載されるエンジンの吸気量等の測定に適用することができる。例えば、本発明による流れに関する測定装置(流量計)は、4輪の車両に搭載されるエンジンの吸気系において、エアクリーナ内から吸気バルブ間に設置される。また、本発明による分流式流量計は、2輪の車両に搭載されるエンジンの吸気系において、シリンダに接続する二輪車用吸気管(エアファンネル)に、吸気の流量ないし流速等を測定するため付設される。

- 10 【0032】本発明の好ましい流量測定方法においては、検出素子の検出力信号あるいはこれを線形化した信号に基づいて、流量に1次に比例した出力信号を生成し、この出力信号をしきい値を基準として該出力信号の順流域と逆流域を識別し順流域の平均値から逆流域の平均値を差し引くことにより流量を算出する。

【0033】

【実施例】以上説明した本発明の好ましい実施の形態をさらに明確化するために、以下図面を参照して、本発明の一実施例を説明する。

- 20 【0034】[第1の実施例] 本発明による測定装置において好適に用いられる種々の検出素子の構造を説明する。図1(A)及び図1(B)は、これら種々の検出素子の構造を説明するための図である。図2(A)～図2(C)は、図1(A)及び図1(B)に示した検出素子が有するダイアフラムの構造の一例を説明するための図である。

- 30 【0035】[第1の検出素子] 図1(A)を参照すると、この第1の検出素子(4つの薄膜抵抗抗体を有する熱式検出素子)においては、半導体チップ1上に、リム部2及び長方形の平面を有するダイアフラム部3が形成されている。リム部2上には、雰囲気温度センサ(薄膜抵抗抗体)4が形成されている。一方、ダイアフラム部3上には、発熱体(薄膜抵抗抗体)5が形成されている。さらに、ダイアフラム部3上には、発熱体5を挟んで、第1の温度センサ(薄膜抵抗抗体)6及び第2の温度センサ(薄膜抵抗抗体)7が互いに離間した状態で形成されている。雰囲気温度センサ4、発熱体5、第1の温度センサ6及び第2の温度センサ7は、半導体チップ1上ないし内部に形成されたリード及びバンプを介して、外部の電力供給源ないし電流供給源に接続される。雰囲気温度センサ4、発熱体5、第1の温度センサ6及び第2の温度センサ7の電気抵抗変化より、それらの温度を検知することができる。

- 40 【0036】[第1の検出素子を有する流れに関する測定装置] 次に、この第1の検出素子を用いた流れに関する測定装置に適用した場合の基本的な制御方法を説明する。すなわち、発熱体5の温度と、雰囲気温度センサ4によって検出される雰囲気温度との差が一定となるよう、前記電力供給源より供給される電流等が制御される。一方、第1の温度センサ6及び第2の温度センサ7には、微小

な電流が供給され、温度によるこれらセンサ6、7の電気抵抗変化より、流速（流量）及び流れの方向を検出することができる。図3に、この第1の検出素子を制御するための回路構成を示す。

【0037】【第2の検出素子】図1（B）を参照すると、この第2の検出素子（3つの薄膜抵抗体を有する熱式検出素子）においては、半導体チップ1上に、リム部2及び長方形の平面を有するダイアフラム部3が形成されている。リム部2上には、雰囲気温度センサ（薄膜抵抗体）4が形成されている。一方、ダイアフラム部3上には、第1の発熱体（薄膜抵抗体）5a及び第2の発熱体（薄膜抵抗体）5bが互いに離間した状態で形成されている。雰囲気温度センサ4、第1の温度センサ5a及び第2の温度センサ5bは、半導体チップ上ないし内部に形成されたリード及びバンプを介して、外部の電力供給源ないし電流供給源に接続される。雰囲気温度センサ4、第1の温度センサ5a及び第2の温度センサ5bの電気抵抗変化より、それらの温度を検知することができる。

【0038】【第2の検出素子を有する流れに関する測定装置】次に、この第2の検出素子を、流れに関する測定装置に適用した場合の基本的な制御方法を説明する。第1の発熱体5aの温度及び第2の発熱体5bの温度と、雰囲気温度センサ4によって検出される雰囲気温度との差がそれぞれ一定となるよう、前記電力供給源より供給される電流等が制御される。前記温度差を一定に維持するために要した、第1の発熱体5a及び第2の発熱体5bへの供給電流等に基づいて、流速（流量）及び流れの方向を検出することができる。図4に、この第2の検出素子を制御するための回路構成を示す。

【0039】【第1及び第2の検出素子に共通する特徴】次に、第1及び第2の検出素子に共通する、ダイアフラム部3の形状ないし寸法に関する特徴、及び制御に関する特徴を説明する。

【0040】すなわち、第1及び第2の検出素子においては、いずれも、ダイアフラム部3の長辺の長さL、及び短辺の長さW、が共に3mm以下に形成されている。すなわち、ダイアフラム部3の一辺の長さは3mm以下に形成されている。また、発熱体5、第1の発熱体5a及び第2の発熱体5bの線幅W<sub>1</sub>はいずれも、100μm以下に形成されている。

【0041】なお、ダイアフラム部は、半導体チップの厚みが薄くされ熱容量が小さくされた部分であり（図2（A）～図2（C）のダイアフラム部50、51、52参照）、半導体チップを、例えば機械的、化学的ないし光学的に加工することにより形成することができる。

【0042】次に、図5は、発熱体（発熱体5、第1及び第2の発熱体5a、5b）の制御特性を説明するためのグラフである。図5を参照して、発熱体（発熱体5、第1及び第2の発熱体5a、5b）は、雰囲気温度セン

サ4によって検出される雰囲気温度と発熱体温度の温度差が300℃以下となるよう、かつ、発熱体への通電開始から発熱体（発熱体5、第1及び第2の発熱体5a、5b）の温度が制御目標温度の90%の温度まで到達するのに要する時間が20msec以下となるよう制御される。

【0043】【内燃機関への適用例】次に、以上説明した流れに関する測定装置を、内燃機関の吸気系に適用して、内燃機関の吸気流量を測定する例について説明する。図6は、この適用例の構成を説明するための図である。

【0044】図6を参照すると、この内燃機関の吸気系において、吸気管9の吸気口にはエアクリーナ10が取り付けられている。吸気管9内には、複数のシリンダ12a～12dに供給される空気量を調節するためのスロットル弁11が配置されている。スロットル弁11よりも下流において、吸気管9は枝分かれして、複数のシリンダにそれぞれ接続されている。吸気管9において、本発明による流れに関する測定装置（以下これを「流量計」という）8a、8b、8cが、エアクリーナ10とスロットル弁11の間、スロットル弁11と吸気管9が枝分かれする分岐点との間、及び吸気管の枝分かれした部分にそれぞれ取り付けられている。

【0045】【第1の測定例】流量計8cとして、図1（B）に示した検出素子を有する流量計と図4に示した制御回路構成を有する流れに関する測定装置を用い、上述のように検出素子を制御して、内燃機関（エンジン）を作動させたときに、吸気管9に流れる空気量を測定した。すなわち、吸気管9内には、ピストンの上下降、吸気バルブの開閉に伴って、後述の図7（A）～図7

（C）に示すような順流ないし逆流が発生する。これら順流ないし逆流の流量を、本発明の第1の実施例に係る流れに関する測定装置を用いて測定した。

【0046】ここで、まず、内燃機関の作動に伴う、吸気管内の流れの変化について説明する。図7（A）は、吸気行程の初期状態における吸気管内の流れ、図7

（B）は、吸気行程から圧縮行程への遷移状態における吸気管内の流れ、図7（C）は、圧縮行程の初期状態における吸気管内の流れを示す図である。

【0047】まず、図7（A）を参照して、ピストン13が上死点から下降し吸気バルブ14が開くと、吸気管9内をシリンダに向かって空気流が流れる（以下、この方向の流れを「順流」という）。したがって、流量計8cは順流を検出する。

【0048】図7（B）を参照して、次に、ピストン13が下死点から上昇し吸気バルブ14が閉止方向に移動すると、吸気管9内を順流が流れると共に、吸気バルブ14とシリンダ14壁の隙間から、吸気管9内を吸気口に向かって空気流が流れる（以下、この方向の流れを「逆流」という）。したがって、このとき、流量計8c

は順流及び逆流を検出する。

【0049】図7(C)を参照して、次に、吸気バルブ14が閉止されると、空気流が吸気バルブ14に当たることにより、吸気管9内に逆流が流れる。したがって、このとき、流量計8cは逆流を検出する。この測定例の測定条件は下記の通りである。

V型4気筒、4サイクルエンジン

総排気量：800cc

エンジン回転数：2000～8000rpm

スロットル開度：100%

【0050】図8は、この測定例、すなわち、流量計8c(図6参照)による測定結果を示すグラフである。図8中、縦軸が相対的な流速の大きさを示し、横軸が時間を示す。

$$Q = \frac{Q_a \times T_1 - Q_b \times T_2}{T_3} \quad \dots (式1)$$

Q：内燃機関吸入流量

Q<sub>a</sub>：領域aの空気流量

Q<sub>b</sub>：領域bの空気流量

T<sub>1</sub>：順流発生時間

T<sub>2</sub>：逆流発生時間

T<sub>3</sub>：次回吸気行程までの時間

【0054】次に、このように算出された内燃機関の吸入流量(流量算出値、測定値)と、基準流量計を用いて測定された内燃機関の吸入流量(真値)とを比較した。図9は、エンジンの吸入流量の算出値と、基準流量計を用いて測定された真値との相関性を説明するためのグラフである。

【0055】図9を参照すると、エンジンの吸入流量の算出値と、基準流量計を用いて測定された真値とは、高い相関性(R<sup>2</sup>=0.99)を有する。したがって、本発明の第1の実施例に係る流れに関する測定装置を用いて、エンジンの吸入流量(吸入空気量)を高精度で計測することができることが分かる。

【0056】したがって、本発明の流量測定方法ないし流量測定装置を内燃機関の燃料制御システムに適用することにより、本発明は、正確な吸気流量に基づいて内燃機関の燃料噴射量を制御する制御装置を提供するものである。また、本発明の流量測定方法ないし流量測定装置は内燃機関のEGR量の測定に適用されるものである。

【0057】[第2の測定例] 図6を参照して、流量計8aを用いて、前記第1の測定例と同様の測定を行い、第1の測定例と同様の結果を得た。

【0058】[第3の測定例] 図6を参照して、流量計8bを用いて、前記第1の測定例と同様の測定を行い、第1の測定例と同様の結果を得た。

【0059】[第2の実施例] 前記第1の実施例においては、内燃機関の吸気管に、本発明による流量計(流れ

【0051】そして、図8の領域aは、前記図7(A)に示した状態で流量計8cによって検出された空気量(流量)に相当する。図8の領域bは、前記図7(B)及び図7(C)に示した状態で流量計8cによって検出された流量(空気量)に相当する。

【0052】そこで、下記の式1を用いて、図7(A)に示した状態で流量計8cを通過した流量(順流の流量)から、図7(B)及び図7(C)に示した状態で流量計8cを再度通過した流量(逆流の流量)を減算して内燃機関(エンジン)の吸入流量を算出することができる。

【0053】

【数1】

に関する測定装置)を取付けたが、さらにこの流量計の近傍に酸素濃度検出素子を配置することにより、内燃機関の吸入空気量に加えて、吸入空気中の酸素濃度を測定することができる。そして、この酸素濃度に前記吸入流量を乗算することにより、内燃機関の吸入酸素量を算出することができる。

【0060】すなわち、図10(A)を参照すると、この流れに関する測定装置においては、ダイアフラム部20aを有する第1の半導体チップ20と、ダイアフラム部21aを有する第2の半導体チップ21が並置されている。そして、第1の半導体チップ20には、前記第1の実施例で説明したような流れに関する検出素子が形成され、第2の半導体チップ21上には、吸入空気中の酸素濃度を検出するための酸素濃度検出素子が形成されている。

【0061】一方、図10(B)を参照すると、この流れに関する測定装置においては、一つの半導体チップ22上に、第1及び第2のダイアフラム部22a、22bが形成されている。第1のダイアフラム部22aは流れに関する検出素子を形成するために用いられ、第2のダイアフラム部22bは酸素濃度検出素子を形成するために用いられている。このようにして、同じ半導体チップ22上に、複数の検出素子(流れに関する検出素子及び酸素濃度検出素子)が搭載されている。

【0062】[第3の実施例] 前記第2の実施例で説明した流れに関する測定装置においては、流れに関する検

出素子と酸素濃度検出素子が半導体チップの層平面方向に沿って並置されている。そこで、この第3の実施例においては、流れに関する検出素子と酸素濃度検出素子を厚み方向に沿って並置した例を説明する。

【0063】図11(A)は、本発明の第3の実施例に係る流れに関する測定装置が有する検出素子の平面図であり、図11(B)～図11(E)は種々の図11

(A)中のA-A断面図であって、種々の断面構造を説明するための図である。なお、図11(B)～図11

(E)においては、ダイアフラム部の上層に流れに関する検出素子、ダイアフラム部の下層に酸素濃度検出素子を配置した例を示すが、これらと反対に、ダイアフラム部の上層に酸素濃度検出素子、ダイアフラム部の下層に流れに関する検出素子を配することもできる。

【0064】まず、図11(A)を参照すると、半導体チップ80上にダイアフラム部80aが形成されている。

【0065】そして、図11(B)に示す半導体チップの断面構造においては、リム部81、81の間に、半導体チップ80の厚み方向に沿って、上層に流れに関する検出素子部82、下層に酸素濃度検出素子部83が形成され、これら素子部82、83間に、発熱体84が形成されている。

【0066】一方、図11(C)においては、下層である酸素濃度検出素子部83上に発熱体84が形成され、図11(D)においては、上層である流れに関する検出素子部82上に発熱体84が配置され、又、図11

(E)においては、上層である流れに関する検出素子部82上及び下層である酸素濃度検出素子部83上にそれぞれ、発熱体84a、84bが形成されている。

【0067】このように、流れに関する検出素子部と酸素濃度検出素子部とは、発熱体を共有することもでき、又個別に有することもできる。なお、発熱体は、流れを検出する機能の他に、素子部を所定温度に維持する機能を有する。

【0068】【第4の実施例】図12は、本発明の第4の実施例に係る流れに関する測定装置が有する検出素子の検出出力信号の処理を説明するための図である。

【0069】本発明の第4の実施例に係る測定装置は、上述した第1の検出素子(図1(A)及び図2(A)参照)と同様の原理に基づいて作動する検出素子と、この検出素子が出力する流速ないし流量に関する検出信号の時間平均値に基づいて流速ないし流量を求める手段(図12参照)とを有している。この手段は、検出素子の検出出力信号を処理する所定のプログラムを実行することにより流速ないし流量に関する信号を出力するマイクロプロセッサ等から構成することができる。

【0070】図13は、本発明の第4の実施例に係る測定装置が有する検出素子の検出出力特性を説明するための図である。図13を参照すると、この検出素子は、所

定のしきい値を中心として、順流に対する検出出力と、検出素子上を順流と逆方向に流れる逆流に対する検出出力とが等価である。

【0071】図14は、本発明の第4の実施例に係る流れに関する測定装置によって求められた流量と、基準流量計によって測定された流量との相関関係を示すグラフである。このグラフ中に示すように、両者の相関係数 $R^2$ が「0.97」であることから、この実施例に係る測定装置を用いて高精度の測定が可能であることがわかる。

【0072】【第5の実施例】図15は、本発明の第5の実施例に係る流れに関する測定装置が有する検出素子の検出出力信号の処理を説明するための図である。

【0073】本発明の第5の実施例に係る測定装置は、上述した第1の検出素子(図1(A)及び図2(A)参照)と同様の原理に基づいて作動する検出素子と、この検出素子が出力する流速ないし流量に関する検出信号を線形化する手段と、線形化された検出信号の時間平均値に基づいて、ある時間 $T$ 。(例えば、内燃機関の一サイクル)において実際に流速ないし流量を求める手段(図15参照)とを有している。これらの手段は、検出素子の検出出力信号を処理する所定のプログラムを実行することにより流速ないし流量に関する信号を出力するマイクロプロセッサ等から構成することができる。なお、図15に示した線形化処理においては、流量の4乗根に比例している検出素子出力を流量に1次に比例した出力としている。

【0074】【第6の実施例】図16は、本発明の第6の実施例に係る流れに関する測定装置が有する検出素子の検出出力信号の処理を説明するための図である。

【0075】本発明の第6の実施例に係る測定装置は、上述した第1の検出素子(図1(A)及び図2(A)参照)と同様の原理に基づいて作動する検出素子と、この検出素子が出力する流速ないし流量に関する検出信号を、しきい値を用いて、該検出信号の順流域と逆流域とを判別する手段と、図16を参照して、順流域における検出信号を時間で積分して求められる流量( $G_1$ )から、前記逆流域における検出信号を時間で積分して求められる流量( $G_2$ )を減算することにより、ある時間 $T$ 。(例えば、内燃機関の一サイクル)において実際に吸入された流量を求める手段とを有する。これらの手段は、検出素子の検出出力信号を処理する所定のプログラムを実行することにより流速ないし流量に関する信号を出力するマイクロプロセッサ等から構成することができる。

【0076】【第7の実施例】図17は、本発明の第7の実施例に係る流れに関する測定装置が有する検出素子の検出出力信号の処理を説明するための図である。

【0077】図17を参照して、この第7の実施例は、前記第6の実施例の変形例であって、この第7の実施例

10

20

30

40

50



に係る測定装置は、しきい値による判別処理を実行する前に、検出出力信号を線形化して、流量に一次に比例する信号を出力する手段を備えている。すなわち、この測定装置は、下式に基づき、内燃機関の吸気流量を求めることができる。

$$【0078】 G_a = (G_1 \times T_1 - G_2 \times T_2) / T_3$$

$G_a$  : 内燃機関吸入流量、

$G_1$  : 領域 1 の空気流量、

$G_2$  : 領域 2 の空気流量、

$T_1$  : 順流発生時間、

$T_2$  : 逆流発生時間、

$T_3$  : 次回吸気行程までの時間

【0079】図 18 は、本発明の第 7 の実施例に係る流れに関する測定装置によって求められた流量と、基準流量計によって測定された流量との相関関係を示すグラフである。このグラフ中に示すように、両者の相関係数  $R^2$  が「0.98」であることから、この実施例に係る測定装置を用いて高精度の測定が可能であることがわかる。

【0080】【第 8 の実施例】図 19 は、本発明の第 8 の実施例に係る流れに関する測定装置によって求められた流量と検出タイミングとの関係を示すグラフである。

【0081】本発明の第 8 の実施例に係る測定装置は、上述した第 1 の検出素子（図 1 (A) 及び図 2 (A) 参照）と同様の原理に基づいて作動する検出素子と、この検出素子が出力する流速ないし流量に関する検出信号

（出力電圧）或いは該検出信号を線形化した信号を入力とし、この入力された信号に基づいて流量に一次に比例した信号を出力する手段（図 14、図 18 参照）と、この出力された信号を、所定の周期、例えば、信号の脈動周期或いはこの測定装置が適用された吸排気装置（内燃機関等）の行程周期およびそれに伴う装置可動部の位置に対応してサンプリングする手段と、このサンプリングされた信号に基づいて流速ないし流量を求める手段とを有している。これらの手段は、検出素子の検出出力信号を処理する所定のプログラムを実行することにより流速ないし流量に関する信号を出力するマイクロプロセッサ等から構成することができる。

【0082】【第 9 の実施例】図 20 は、本発明の第 9 の実施例に係る流れに関する測定装置によって求められた流量と検出タイミングとの関係を示すグラフである。

【0083】本発明の第 9 の実施例に係る測定装置は、上述した第 1 の検出素子（図 1 (A) 及び図 2 (A) 参照）と同様の原理に基づいて作動する検出素子と、この検出素子が出力する流速ないし流量に関する検出信号

（出力電圧）或いは該検出信号を線形化した信号を入力とし、この入力された信号に基づいて流量に一次に比例した信号を出力する手段（図 14、図 18 参照）と、この出力された信号を、所定の周期でサンプリングする手段と、このサンプリングされた信号に基づいて流速ない

し流量を求める手段とを有している。これらの手段は、検出素子の検出出力信号を処理する所定のプログラムを実行することにより流速ないし流量に関する信号を出力するマイクロプロセッサ等から構成することができる。

【0084】なお、以上の実施例及び測定例においては、図 2 (A) に示した構造を有する検出素子を用いたが、図 2 (B) 又は図 2 (C) に示した構造を有する検出素子を用いても同様の結果を得ることができた。また、図 1 (B) に示したような第 2 の検出素子を用いても同様の結果が得ることができた。

【0085】

【発明の効果】本発明によれば、内燃機関の吸気流量を正確に検出可能な流量測定方法、及び順流とそれと反対方向に流れる逆流を識別して検出することができる応答性に優れた検出素子を有する流れに関する測定装置、中でも、内燃機関の吸気流量を正確に検出可能な検出素子及びそれを有する流れに関する測定装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】(A) 及び (B) は、本発明の第 1 の実施例に係る流れに関する測定装置において好適に用いられる第 1 及び第 2 の検出素子の構造をそれぞれ説明するための図である。

【図 2】(A) ~ (C) は、図 1 (A) 及び図 1 (B) に示した検出素子が有するダイヤフラムの構造の一例を説明するための図である。

【図 3】図 1 (A) に示した検出素子を制御するための回路構成をそれぞれ説明するための図である。

【図 4】図 1 (B) に示した検出素子を制御するための回路構成をそれぞれ説明するための図である。

【図 5】本発明の第 1 の実施例に係る流れに関する測定装置が有する検出素子が備える発熱体の制御特性を説明するためのグラフである。

【図 6】本発明の第 1 の実施例に係る流れに関する測定装置を内燃機関の吸気系に適用する例を説明するための図である。

【図 7】(A) は、吸気行程の初期状態における吸気管内の流れ、(B) は、吸気行程から圧縮行程への遷移状態における吸気管内の流れ、(C) は、圧縮行程の初期状態における吸気管内の流れを示す図である。

【図 8】本発明の第 2 の実施例に係る流れに関する測定装置によるエンジン吸入空気量測定結果を示すグラフである。

【図 9】本発明の第 2 の実施例に係る流れに関する測定装置による測定値に基づき算出したエンジン吸入空気量の測定値と、基準流量計を用いて測定された真値との相関性を説明するためのグラフである。

【図 10】(A) 及び (B) は、本発明の第 2 の実施例に係る流れに関する測定装置を説明するための図であり、(A) は流れに関する検出素子と酸素濃度検出素子が異なる半導体チップ上に構成された例、(B) は流れ

に関する検出素子と酸素濃度検出素子が同じ半導体チップ上に構成された例をそれぞれ説明するための図である。

【図 11】 (A) は、本発明の第 3 の実施例に係る流れに関する測定装置が有する検出素子の平面図であり、

(B) ～ (E) は種々の (A) 中の A-A 断面図であって、種々の断面構造を説明するための図である。

【図 12】 本発明の第 4 の実施例に係る流れに関する測定装置が有する検出素子の検出出力信号の処理を説明するための図である。

【図 13】 本発明の第 4 の実施例に係る流れに関する測定装置が有する検出素子の検出出力特性を説明するための図である。

【図 14】 本発明の第 4 の実施例に係る流れに関する測定装置を説明するための図であって、特に、該測定装置によって求められた流量と、基準流量計によって測定された流量との相関関係を示すグラフである。

【図 15】 本発明の第 5 の実施例に係る流れに関する測定装置が有する検出素子の検出出力信号の処理を説明するための図である。

【図 16】 本発明の第 6 の実施例に係る流れに関する測定装置が有する検出素子の検出出力信号の処理を説明するための図である。

【図 17】 本発明の第 7 の実施例に係る流れに関する測定装置が有する検出素子の検出出力信号の処理を説明するための図である。

【図 18】 本発明の第 7 の実施例に係る流れに関する測定装置によって求められた流量と、基準流量計によって測定された流量との相関関係を示すグラフである。

【図 19】 本発明の第 8 の実施例に係る流れに関する測定装置によって求められた流量と検出タイミングとの関係を示すグラフである。

【図 20】 本発明の第 9 の実施例に係る流れに関する測定装置によって求められた流量と検出タイミングとの関係を示すグラフである。

【図 21】 (A) 及び (B) は、本発明の一実施の形態に係る流れに関する測定装置が用いる分流式流量計の構

造の一例を説明するための図であって、(A) は、分流式流量計を測定対象である主流管の管軸方向に沿った面で切断した縦方向中心断面図であり、(B) は (A) 中の B-B 断面図である。

【符号の説明】

1、80 半導体チップ (流れに関する検出素子)

2 リム部

3、50、51、52、80a ダイアフラム部

4 雰囲気温度センサ

10 5、84、84a、84b 発熱体 (ヒータ)

5a 第 1 発熱体

5b 第 2 発熱体

6 第 1 の温度センサ

7 第 2 の温度センサ

8、8a、8b、8c 流量計 (流れに関する測定装置)

9 内燃機関の吸気管

10 エアクリーナ

11 スロットル弁

20 12、12a、12b、12c、12d シリンダ (燃焼室)

13 ピストン

14 吸気バルブ

20 第 1 の半導体チップ

20a 第 1 のダイアフラム部

21 第 2 の半導体チップ

21a 第 2 のダイアフラム部

22 半導体チップ

22a 第 1 のダイアフラム部

22b 第 2 のダイアフラム部

81 リム部

82 流れに関する検出素子部

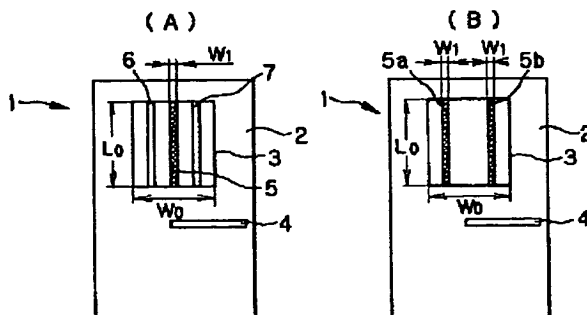
83 酸素濃度検出素子部

L。ダイアフラム部 3 の長辺の長さ

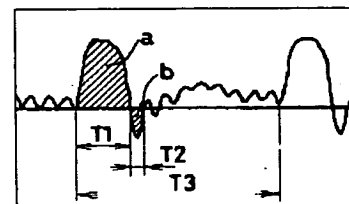
W。ダイアフラム部 3 の短辺の長さ

W<sub>1</sub> 発熱体の線幅

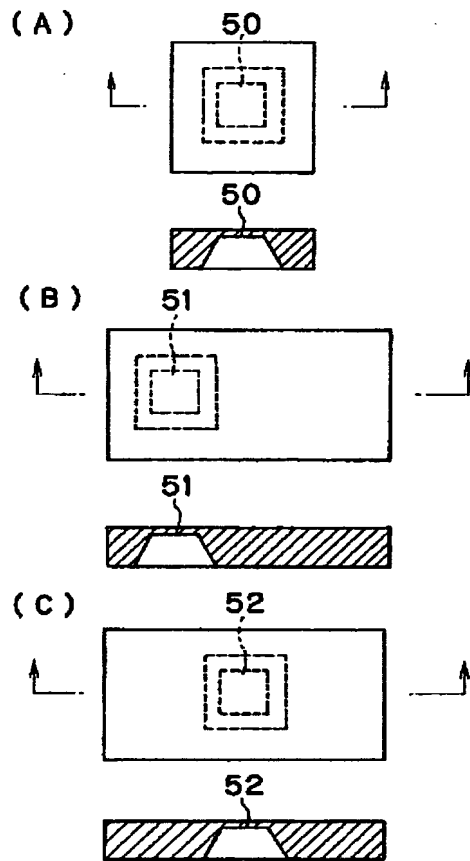
【図 1】



【図 8】

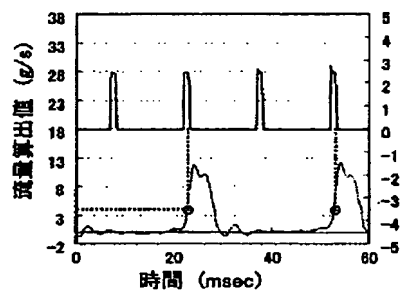


【図2】

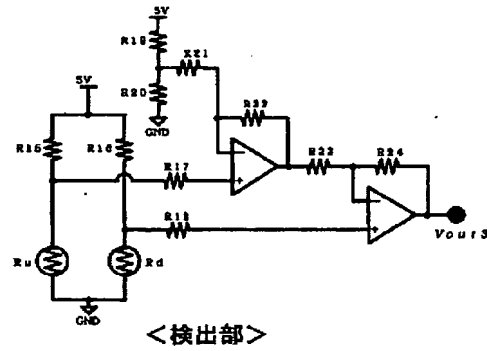
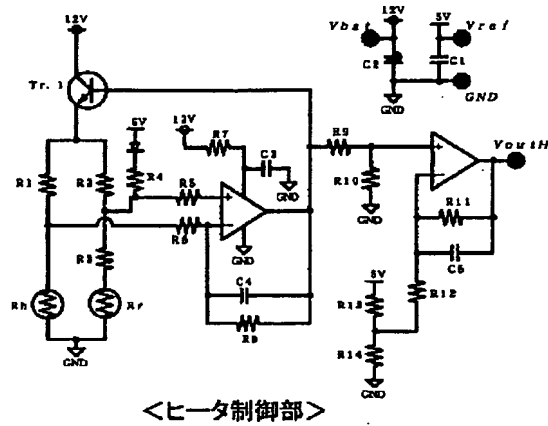


【図19】

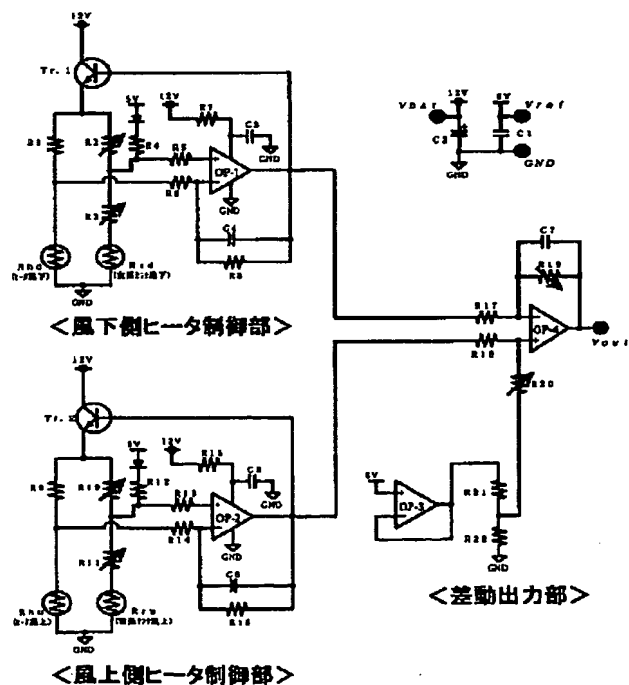
【位置あるいは角度等に関して流量値を収集】



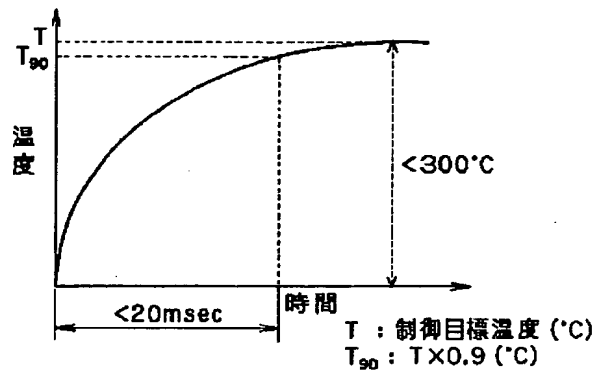
【図3】



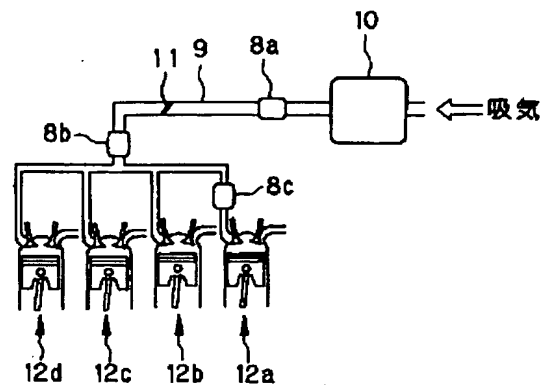
【図4】



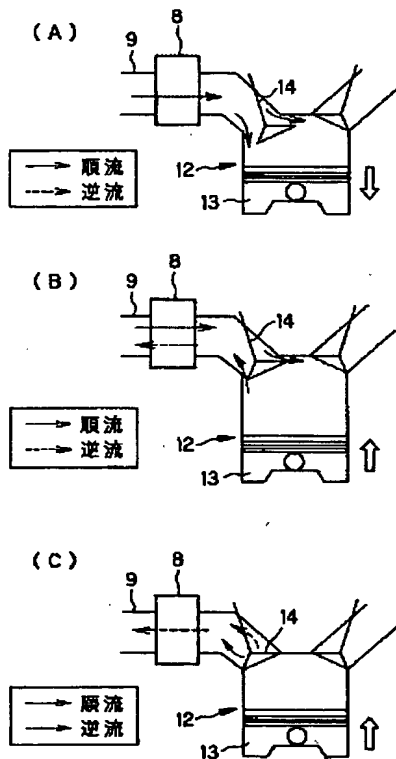
【図 5】



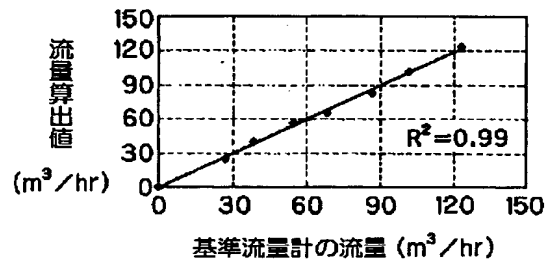
【図 6】



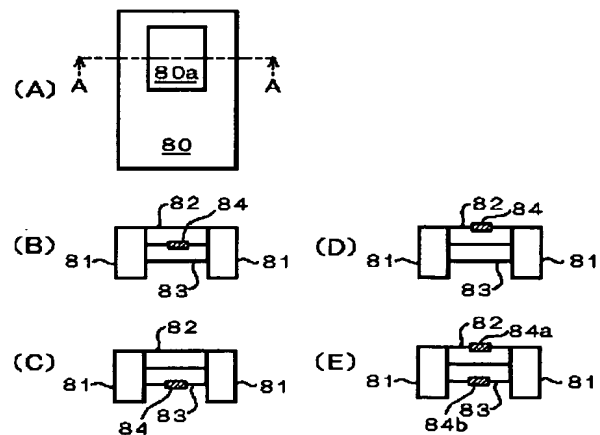
【図 7】



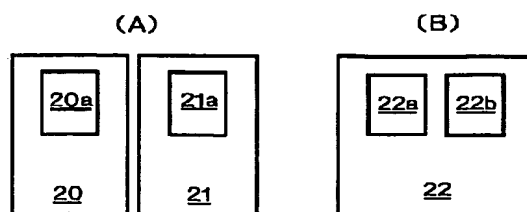
【図 9】



【図 11】

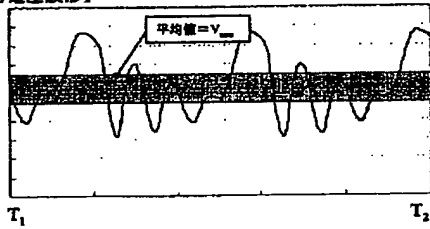


【図 10】



【図 12】

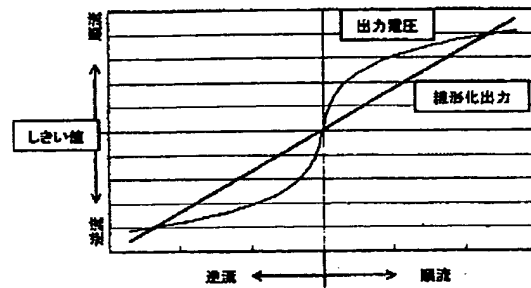
【出力電圧波形】



$$G_a = \frac{\int_{T_1}^{T_2} V_m dt}{T_2 - T_1}$$

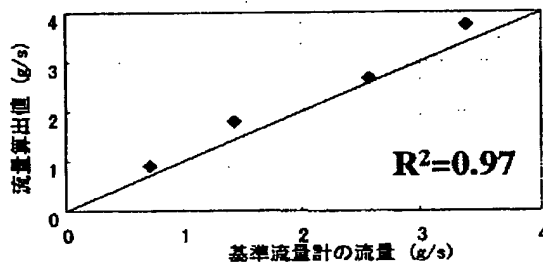
【図 13】

【出力特性】順流・逆流等価出力



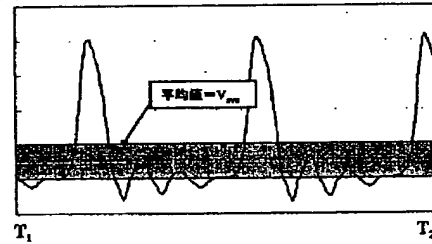
【図 14】

【流量平均値から算出】



【図 15】

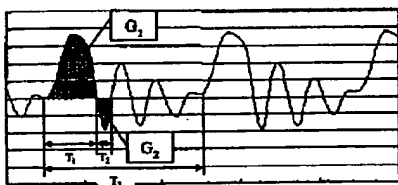
【線形化出力波形】



$$G_a = \frac{\int_{T_1}^{T_2} V_m dt}{T_2 - T_1}$$

【図 16】

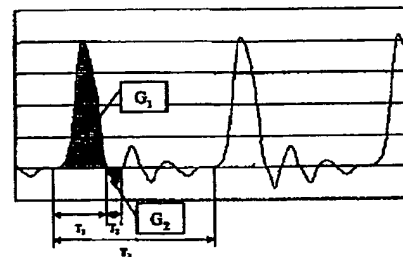
【出力電圧波形】



$$G_a = \frac{G_1 \cdot T_1 - G_2 \cdot T_2}{T_2 - T_1}$$

【図 17】

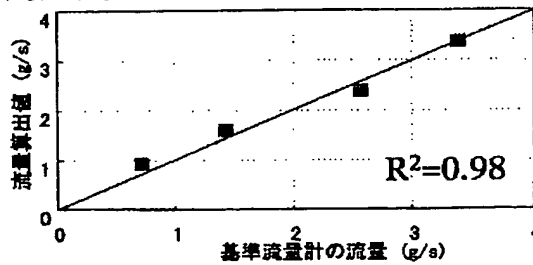
【線形化出力波形】



$$G_a = \frac{G_1 \cdot T_1 - G_2 \cdot T_2}{T_2 - T_1}$$

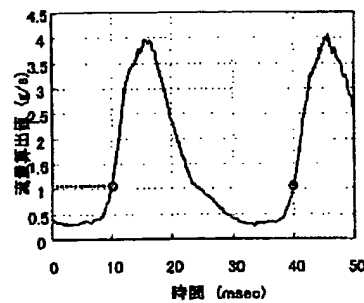
【図 18】

【式1から算出されたもの】

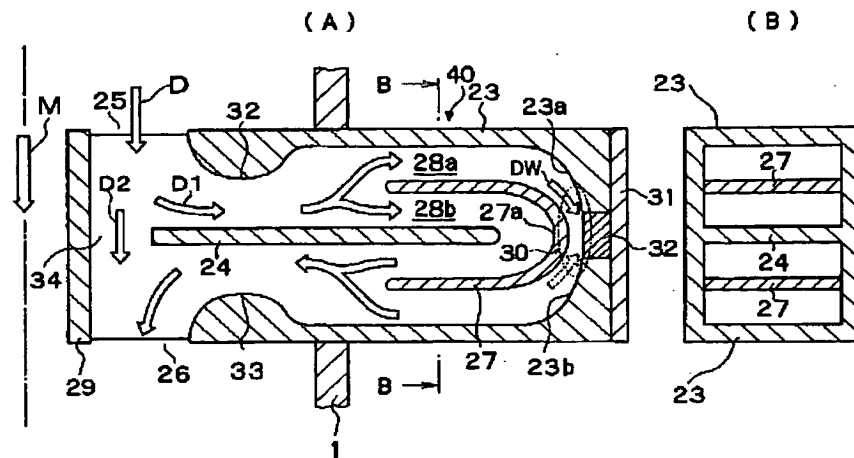


【図 20】

【時間に関して流量値を収集】



【図 21】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.

G 0 1 F 1/68

識別記号

F I

F 0 2 D 35/00

テーマコード(参考)

3 6 6 E

(72) 発明者 小島 多喜男  
 名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊  
 陶業株式会社内  
 (72) 発明者 大島 崇文  
 名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊  
 陶業株式会社内

F ターム(参考) 2F035 AA02 EA08 EA09  
 3G084 BA04 BA20 DA04 EA05 EA08  
 FA08 FA33 FA38  
 3G301 HA13 JA13 JA20 KA09 MA12  
 NA01 NA08 NB03 NB04 NB14  
 PA01Z PA04Z PA10Z PA18Z  
 PD02Z PD15Z

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**